

## بررسی تاثیر سطوح مختلف اسید آمینه ال-آرژنین بر شاخص‌های رشد و مقاومت بچه‌ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در مواجهه با تنش شوری

- ولی اله جعفری\*: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- اسلام بحری: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- محمد مازندرانی: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
- عباسعلی حاجی بگلو: گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: دی ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۳۹۸

### چکیده

آرژنین یکی از اسیدهای آمینه‌ای است که تاثیر آن بر بهبود رشد و سیستم ایمنی انسان و بسیاری از حیوانات، همواره مورد توجه محققان بوده است. در تحقیق حاضر تاثیر اسید آمینه آرژنین بر شاخص‌های رشد و مقاومت در مواجهه با تنش شوری در ماهی کپور معمولی مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور ماهیان به چهار تیمار (هر تیمار با سه تکرار) تقسیم شدند و با جیره‌های غذایی شامل مقدار آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد، به مدت ۶۰ روز تغذیه شدند. در طی این مدت ماهی‌ها سه بار زیست‌سنجی شدند. آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با مقایسه میانگین تیمارها در قالب طرح کاملاً تصادفی به کمک آزمون دانکن صورت گرفت ( $P < 0/05$ ). مطابق نتایج به دست آمده اسید آمینه آرژنین بر ضریب تبدیل غذایی (FCR)، افزایش وزن بدن (BWG) و درصد افزایش وزن (%BWG) بدن کپور ماهیان، تاثیر معنی‌داری داشت ( $p < 0/05$ ) به طوری که در تیمارهای آزمایشی افزایش وزن و کاهش ضریب تبدیل غذایی مشاهده گردید ( $P < 0/05$ )، با این حال شاخص‌های فاکتور وضعیت (CF)، شاخص رشد ویژه (SGR) و درصد بازماندگی (%SR)، اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند ( $p > 0/05$ ). نتایج اعمال تنش شوری بر تیمارهای مختلف نشان داد که وجود اسید آمینه آرژنین در جیره غذایی کپور ماهیان می‌تواند تاثیر چشمگیری بر مقاومت و بقای آن‌ها داشته باشد به طوری که تیمارهای تغذیه شده با ۱/۵ و ۲ درصد آرژنین در طی ۷۲ ساعت تلفاتی نداشت. بنابراین بر طبق نتایج به دست آمده از تحقیق حاضر، استفاده از جیره غذایی حاوی ۲ درصد اسید آمینه ال-آرژنین جهت دستیابی به افزایش وزن ماهی کپور معمولی پیشنهاد می‌گردد.

**کلمات کلیدی:** اسید آمینه، آرژنین، ماهی کپور معمولی، شاخص‌های رشد، نرخ بقاء، استرس شوری



## مقدمه

آمینو متعادل ایجاد می‌کنند که می‌تواند اثرات زیست‌محیطی را بر موجودات آبی جبران کند، عملکردش در بهبود و باعث سودآوری صنعت آبی‌پروری گردد (Li و همکاران، ۲۰۰۹). در نتیجه در امر تغذیه افزودن اسیدهای آمینه آزاد به جیره غذایی فرموله شده آبی به‌ویژه در مورد جایگزینی منبع پروتئین گیاهی به‌جای پودر ماهی و دیگر مکمل‌های پروتئین جانوری به یک عمل رایج تبدیل شده است (Zhou و همکاران، ۲۰۱۵). کیفیت پروتئین و ترکیب اسیدهای آمینه جیره دو فاکتور مهم اثرگذار بر روی رشد ماهیان می‌باشند. پروتئین جیره‌های غذایی که حتی فقط یک نوع اسید آمینه ضروری را نداشته باشد برای رشد کافی نمی‌باشند (پورعلی‌فشمی و همکاران، ۱۳۹۳). جایگزینی جزئی یا کلی پودر ماهی در جیره آبیان نشان‌دهنده مزایای مهم از لحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی است. یکی از مزایای پودر ماهی در مقایسه با منابع پروتئینی گیاهی تعادل اسید آمینه تشکیل‌دهنده آن است. گرچه مکمل اسید آمینه ضروری (EAA) در یک جیره غذایی با پودر ماهی پایین رشد حیوانات آبی را بهبود می‌بخشد، پودر ماهی را هنوز هم نمی‌توان با موفقیت جایگزین کرد و عوامل دیگر را باید در نظر گرفت (Shi و همکاران، ۲۰۱۴). به‌دنبال هضم غذا، اسیدهای آمینه آزاد حاصل از تجزیه پروتئین‌ها از جدار روده جذب می‌شوند و به‌وسیله جریان خون در اختیار بافت‌ها قرار می‌گیرد. مقدار ازت مواد پروتئینی به‌طور نسبی ثابت بوده و ۱۶ درصد می‌باشد. اسیدهای آمینه دوره مختلف را طی می‌کنند. در درجه اول ممکن است به پروتئین‌های مورد نیاز برای رشد بدن تبدیل شوند (مسیر آنابولیس) و یا در صورت کافی نبودن انرژی جیره غذایی، فعالیت‌های حیاتی ماهی به‌عنوان منبع تولید انرژی به‌کار روند (مسیر کاتابولیس). اسید آمینه آرژنین واجد نقش بسیار مهم تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی می‌باشد و در رژیم تغذیه‌ای بسیاری از گونه‌های ماهیان ضروری می‌باشد. در عین حال آرژنین یکی از پرکاربردترین اسیدهای آمینه در سلول‌های حیوانی است که نه تنها به‌عنوان پیش‌ساز برای سنتز پروتئین‌ها عمل می‌نماید، بلکه هم‌چنین برای سنتز پلی‌آمین‌ها، گلوتامات و کراتین نیز عمل می‌کند (جهانیان، ۱۳۸۹). از این رو با توجه به اهمیت وجود اسیدهای آمینه و به‌ویژه اسید آمینه آرژنین در جیره غذایی ماهیان، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر اسید آمینه آرژنین در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد و درصد بازماندگی در کپور معمولی انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به مدت ۲ ماه (۸ هفته) در مرکز تحقیقات آبی‌پروری شهیدانصر فضلی برآبادی گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. جهت انجام آزمایش بچه‌ماهیان از کارگاه تکثیر سیجوال شهرستان بندرترکمن خریداری شد و پس از انتقال

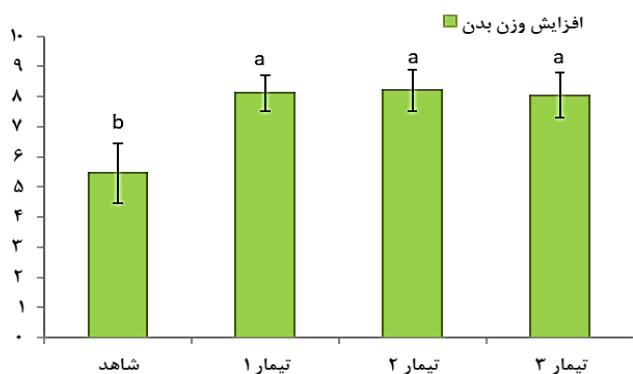
در پرورش ماهی، غذا، با توجه به این که درصد بالایی از هزینه‌ها را شامل می‌شود، فاکتور بسیار مهمی در رشد و تولید ماهی محسوب می‌شود. هم‌چنین در جیره غذایی آبیان پروتئین از مواد مغذی بسیار مهم به‌شمار می‌رود. پروتئین‌ها بخش اصلی اعضای بدن، بافت‌های نرم و مایعات بدن را تشکیل می‌دهند (Halver و همکاران، ۱۹۸۹). پروتئین‌ها مواد اصلی در بافت‌های ماهیان می‌باشند که حدود ۶۵-۷۵ درصد از کل وزن بدن (ماده خشک) را شامل می‌شوند (Kahu و همکاران، ۲۰۰۳). کمبود پروتئین تأثیر زیادی بر رشد آبی دارد، بنابراین پروتئین یک ترکیب بسیار مهم در جیره غذایی ماهیان می‌باشد و تعیین احتیاجات پروتئینی برای به‌دست آوردن بیش‌ترین رشد، اولین گام در جهت دستیابی به یک غذای کم هزینه و مؤثر در رشد ماهی است (Moore و همکاران، ۲۰۰۸). با گذشت دهه‌ها، آبی‌پروری جهانی و تقاضا برای آن سرعت فزاینده‌ای داشته است مانند قیمت و رقابت برای علوفه و خوراک با ارزش آبیان. با رشد فزاینده در استفاده از منابع پروتئینی برای تهیه خوراک آبیان با صرف نظر از پودر ماهی، وجود سطح پایدار غذای دریافتی، ضریب تبدیل غذایی مثل نرخ رشد و بازماندگی در ماهیان حائز اهمیت است. پودر ماهی با وجود تولید ثابت جهانی و تغییر در کیفیت و ترکیب آن با تغییر فصل و منطقه جغرافیایی و نگرانی به‌عنوان ناقل آلودگی به‌عنوان منبع اصلی و ایده‌آل پروتئین برای موجودات آبی مطرح شده است (Trushenski و همکاران، ۲۰۰۶). پودر ماهی به‌دلیل این که یک منبع متعادل از اسیدهای آمینه ضروری، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی است، از منابع اصلی پروتئین خوراکی در غذاهای فرموله تجاری برای گونه‌های ماهیان گوشت‌خوار محسوب می‌شود. با گسترش صنعت آبی‌پروری، تقاضا برای پودر ماهی جهت تغذیه آبیان افزایش یافت و عرضه نامتعادل و افزایش قیمت پودر ماهی، سبب استفاده از منابع پروتئین گیاهی ارزان‌تر در فرمولاسیون جیره شد. منابع پروتئین گیاهی به‌دلیل ناکارآمد بودن ترکیب اسیدهای آمینه ضروری، هنگامی که در فرمولاسیون جیره جایگزین پودر ماهی می‌شوند باعث کاهش رشد و کارایی تغذیه می‌گردند. منبع پروتئین گیاهی نسبت به پودر ماهی به‌دلیل حضور فاکتورهای ضد تغذیه‌ای و عدم داشتن پروفایل اسید آمینه ضروری کافی برای تغذیه موجودات آبی از اهمیت کم‌تری برخوردار است. به‌طور کلی افزایش استفاده از منابع پروتئین گیاهی در غذای ماهی به‌دلیل گران بودن و در دسترس نبودن پودر ماهی، سبب ضرورت استفاده از مکمل‌های غذایی اسیدهای آمینه در جیره غذایی آبیان شد. مکمل غذایی اسید آمینه یا مشتقات غذایی به‌عنوان پیش‌ساز متابولیسیم و یا ترکیبی از این دو، راه‌های جدیدی را برای تهیه غذاهایی با اسیدهای



تجزیه و تحلیل داده‌ها براساس روش آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) انجام شد و جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن (Duncan) استفاده شد. اختلاف بین میانگین‌ها در تیمارهای مختلف با سطح اطمینان ۹۵٪ تعیین گردید. برای عملیات آماری از نرم‌افزار SPSS ۱۸ و در محیط ویندوز ۷ انجام شد. تمام داده‌های متن بر اساس میانگین  $\pm$  انحراف معیار ارائه شدند.

## نتایج

میزان افزایش وزن بدن تیمارهای شاهد، یک، دو و سه، تغذیه‌شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به ترتیب برابر با ۵/۴۶، ۸/۱۲، ۸/۲۱ و ۸/۰۵ می‌باشد. افزایش وزن تیمارهای تغذیه‌شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد بیش‌تر بوده و بیش‌ترین رشد مربوط به تیمار ۲ با ۲ درصد آرژنین می‌باشد. افزایش وزن تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به نسبت تیمار شاهد معنی‌دار می‌باشد ( $p \leq 0/05$ ). در شکل ۱ نمودار مقایسه افزایش وزن تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.



شکل ۱: نمودار افزایش وزن (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) کیپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $p > 0/05$ )

**تأثیر اسید آمینه آرژنین بر نرخ رشد ویژه ماهی کیپور:** نرخ رشد ویژه تیمارهای شاهد، یک، دو و سه، تغذیه‌شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به ترتیب برابر با ۰/۸۳، ۰/۹۶، ۱/۰۱ و ۰/۹۹ می‌باشد. با وجود این که نرخ رشد ویژه تیمارهای تغذیه‌شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد بیش‌تر بوده و بیش‌ترین نرخ رشد ویژه مربوط به تیمار ۲ با ۲ درصد آرژنین می‌باشد، ولی اختلاف داده‌ها در تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به نسبت تیمار شاهد معنی‌دار نمی‌باشد ( $p > 0/05$ ). در شکل ۲ نمودار مقایسه نرخ رشد ویژه تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

به مرکز تحقیقات به مدت یک هفته سازگاری با محیط انجام شد. از هفته دوم غذادهای با جیره‌های حاوی سطوح مختلف اسید آمینه آل-آرژنین (۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد) انجام شد. در این آزمایش تعداد ۱۳۲ قطعه ماهی با وزن ۱۵ گرم در ۱۲ حوضچه با تراکم ۱۱ عدد در هر حوضچه قرار داده شد. اسید آمینه مورد استفاده در این تحقیق آل-آرژنین می‌باشد که از شرکت داروسازی ماس گلوبال نوتریشن کانادا تأمین شد. جیره تجاری که شامل ۳۳ درصد پروتئین خام، ۸ درصد چربی خام، ۶ درصد فیبر خام، ۱۰ درصد رطوبت، ۱۰ درصد خاکستر و ۱ درصد فسفر می‌باشد، استفاده شد. اسید آمینه آرژنین را با توجه به درصد نیاز هر تیمار (۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد) با یک درصد ژلاتین مخلوط کرده و به غذا اسپری شد، هم‌چنین ژلاتین به جیره شاهد هم اضافه شد تا شرایط مشابهی با سایر جیره‌ها داشته باشد. بعد از اسپری کردن اسید آمینه بر روی جیره تجاری، غذاها در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند و سپس در دمای ۴ درجه در یخچال نگهداری شدند. غذاها پس از خشک شدن جمع‌آوری شدند و درون پلاستیک‌های در بسته شماره‌گذاری و تا آخر دوره در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. غذادهی به میزان ۳ درصد وزن میانگین هر تانک صورت گرفت. در ماه اول وزن میانگین مطابق زیست‌سنجی اولیه محاسبه شد و در ماه دوم زیست‌سنجی دیگری جهت تعیین میانگین وزنی و مقدار غذای لازم صورت گرفت. هوادهی آب از طریق سنگ هوا متصل به کمپرسور مرکزی انجام شد. برای جلوگیری از آلودگی و خارج کردن غذای باقی مانده و فضولات، روزانه یک تا دو بار (صبح و عصر) آب تانک‌ها سیفون می‌شد. لازم به ذکر است آب مورد استفاده برای انجام این تحقیق آب شهری بود که جهت کلرزدایی به مدت ۲۴ ساعت درون تانک‌های ذخیره هوادهی شد. بچه‌ماهی‌ها براساس میزان آرژنین موجود در جیره غذایی به ۴ تیمار دسته‌بندی شدند. جیره غذایی تیمار یک جیره تجاری با ۱/۵ درصد آرژنین، تیمار دو ۲ درصد آرژنین، تیمار سه ۲/۵ درصد آرژنین و تیمار شاهد ۰ درصد آرژنین می‌باشد. هر تیمار شامل سه تکرار بوده و در هر تکرار تعداد ۱۱ بچه‌ماهی قرار گرفت. به منظور بررسی چگونگی عملکرد سطوح مختلف اسید آمینه آرژنین در جیره غذایی و مقایسه آن‌ها، داده‌های به دست آمده از زیست‌سنجی‌ها براساس فرمول‌های موجود آنالیز شده و برخی از فاکتورهای رشد به شرح زیر تعیین گردید (Bekan و همکاران، ۲۰۰۶).

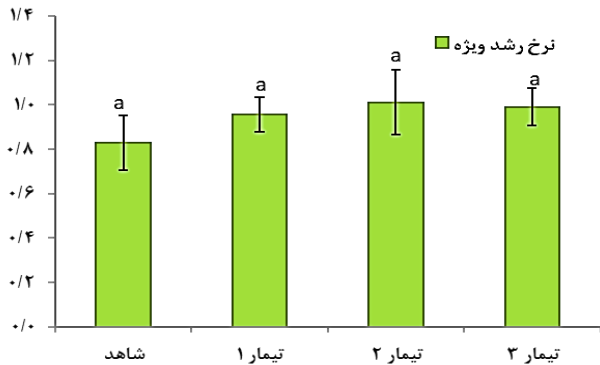
نرخ رشد ویژه (درصد) =  $100 \times (\text{طول دوره پرورش} / \text{لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی} - \text{لگاریتم طبیعی وزن نهایی})$

$100 \times (\text{میانگین طول استاندارد} / 3 \text{ میانگین وزن}) = \text{ضریب چاقی میانگین وزن به دست آمده} / \text{میانگین غذای خورده شده} = \text{ضریب تبدیل غذایی}$

وزن نهایی (میلی گرم) - وزن اولیه (میلی گرم) = افزایش وزن بدن

$100 \times \text{تعداد اولیه} / \text{تعداد نهایی} = \text{درصد بقا}$

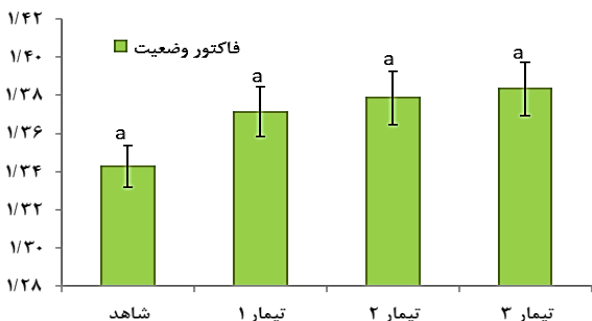
ساعت، ۳ عدد در تیمار شاهد و ۷ عدد ماهی در تیمار سه و بعد از ۴۸ ساعت، ۴ عدد ماهی در تیمار شاهد تلفات ایجاد شد. در بازدید نهایی و در ۷۲ ساعت بعد از شروع تنش شوری، ۲ عدد در تیمار شاهد تلفات وجود داشت. در شکل ۷ درصد تلفات در چهار تیمار با سطوح مختلف آرژنین مقایسه شده است.



شکل ۲: نمودار نرخ رشد ویژه (میانگین ± انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین  
حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $p > 0.05$ )



شکل ۳: نمودار درصد افزایش وزن بدن (میانگین ± انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین  
حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $p > 0.05$ )



شکل ۴: نمودار فاکتور وضعیت (میانگین ± انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین  
حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $p > 0.05$ )

### تأثیر اسید آمینه آرژنین بر درصد افزایش وزن بدن ماهی

کپور: درصد افزایش وزن بدن تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳، تغذیه شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به ترتیب برابر با ۶۴/۶۶، ۷۷/۶۶، ۸۳/۹۷ و ۸۱/۴۱ می‌باشد. بر طبق نتایج بیشترین درصد افزایش وزن بدن مربوط به تیمار ۲ با ۲ درصد آرژنین می‌باشد. افزایش وزن تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به نسبت تیمار شاهد معنی‌دار می‌باشد ( $p \leq 0.05$ ). در شکل ۳ نمودار مقایسه درصد افزایش وزن تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

### تأثیر اسید آمینه آرژنین بر فاکتور وضعیت ماهی کپور:

میزان فاکتور وضعیت تیمارهای شاهد، یک، دو و سه، تغذیه شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به ترتیب برابر با ۱/۳۷، ۱/۳۸، ۱/۳۴ و ۱/۳۸ می‌باشد. فاکتور وضعیت تیمارهای تغذیه شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد بیش‌تر بوده و بیش‌ترین فاکتور وضعیت مربوط به تیمارهای ۲ و ۳ با ۲ و ۲/۵ درصد آرژنین می‌باشد. با این حال اختلاف داده‌های تیمارهای مختلف با هم معنی‌دار نمی‌باشد ( $p > 0.05$ ). در شکل ۴ نمودار مقایسه فاکتور وضعیت تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

### تأثیر اسید آمینه آرژنین بر درصد بازماندگی ماهی کپور:

درصد بازماندگی تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳، تغذیه شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به ترتیب برابر با ۸۷/۸۸، ۱۰۰، ۹۰/۹۱ و ۹۳/۹۴ می‌باشد. درصد بازماندگی تیمارهای تغذیه شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد بیش‌تر بوده و بیش‌ترین درصد بازماندگی مربوط به تیمار ۱ با ۱/۵ درصد آرژنین می‌باشد. در حالی که اختلاف داده‌ها در تیمارهای تغذیه شده با آرژنین با تیمار شاهد معنی‌دار نمی‌باشد ( $p > 0.05$ ). در شکل ۵ نمودار مقایسه درصد بازماندگی تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

### تأثیر اسید آمینه آرژنین بر ضریب تبدیل غذایی ماهی

کپور: میزان ضریب تبدیل غذایی تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳، تغذیه شده با درصد آرژنین ۰، ۱/۵، ۲ و ۲/۵، به ترتیب برابر با ۳/۱۴، ۲/۵۶، ۲/۴۸ و ۲/۴۶ می‌باشد که اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارهای آزمایشی وجود دارد ( $P < 0.05$ ). در شکل ۶ نمودار مقایسه ضریب تبدیل غذایی تیمارها و انحراف معیار داده‌ها در هر تیمار نشان داده شده است.

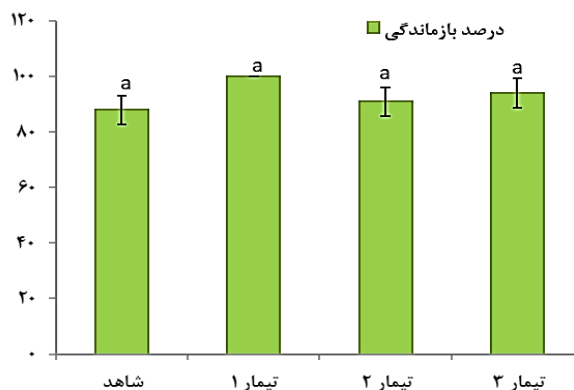
### تنش شوری: همان‌طور که گفته شد ۴ تانک با شوری ۱۵ PPT

که نماینده تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳ هستند، به مدت ۷۲ ساعت تحت تنش شوری واقع شدند. در شروع تنش در هر تانک ۲۱ ماهی قرار داشت. در ۱۲ ساعت اولیه بعد از شروع تنش، ۶ عدد ماهی در تیمار شاهد و ۱ عدد در تیمار سه تلفات وجود داشت. بعد از ۲۴



### بحث

آرژنین حاوی نیتروژن بسیار زیادی بوده که شامل آنزیم‌های کلیدی مانند آرژیناز، آنزیم نیتریک اکساید سنتاز، سنتتاز می‌باشد (Wu, ۲۰۰۳a)، بنابراین، آرژنین به‌عنوان پیش‌ماده برای سنتز کراتین، اورنیتین، پرولین، گلوتامات، پلی و نیتریک اکسید و تطبیق‌پذیری تعدیلی در سلول‌های ماهی عمل می‌کند (Buentello و همکاران، ۱۹۹۹؛ Bogdan، ۲۰۱۵). در تحقیق حاضر مقدار آرژنین در نظر گرفته شده برای ماهی کپور در تیمارهای مختلف، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد بوده که مطابق آن چه در فصل نتایج گفته شد میزان افزایش وزن ماهیان تیمارهای تغذیه شده با آرژنین اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد دارد ( $p < 0.05$ ). با وجود این که وزن و طول اولیه ماهی‌های ۴ تیمار در نظر گرفته شده با هم اختلاف معنی‌داری ندارد ( $p > 0.05$ ) ولی بعد از انجام آزمایشات و تغذیه ۳ تیمار توسط آرژنین، در پایان دوره آزمایش، افزایش وزن ماهیان و نیز درصد افزایش وزن تیمارهای ۱، ۲ و ۳ به نسبت تیمار شاهد افزایش داشته و اختلاف معنی‌داری دارد ( $p < 0.05$ ). این نتایج با تحقیقی که Zhou و همکاران (۲۰۱۱) انجام دادند، هم‌سو می‌باشد. آن‌ها اثرات سطوح مختلف لیسین و آرژنین بر روی کارایی رشد و تغذیه و پروفایل بیوشیمیایی بافت‌های بدن ماهیان انگشت‌قد پرداختند. در این آزمایش ماهیان تغذیه شده با سطوح ناکافی لیسین و آرژنین کاهش رشد معنی‌داری را نشان دادند ( $p < 0.05$ ) که این منجر به کاهش دریافت غذا و کاهش مواد مغذی (لیسین و آرژنین) در دسترس بدن ماهی شد و کاتابولیسم اسیدهای آمینه جذب‌شده را افزایش داد. در نتیجه این آزمایش بیان شد که برای فرموله کردن غذا برای مزارع تجاری ماهیان دریایی و برای اطمینان از رشد مطلوب این‌گونه سطوح اسیدهای آمینه لیسین و آرژنین جیره باید با هم در نظر گرفته شود. Sung و همکاران (۱۹۹۱) دریافتند که تولید اکسیدنیتریک توسط ماکروفاژها، با استفاده مقطعی از اسید آمینه ال-آرژنین در جیره، افزایش پیدا می‌کند. همچنین مطالعات مشابهی نشان داده‌اند که استفاده از آرژنین در جیره حیوانات (اعم از انسان و حیوانات اهلی) باعث بهبود میزان افزایش وزن و عمل کرد تیموس، تحریک تقسیمات سلولی لنفوسیت‌ها، بهبود عملکرد ایمنی در برابر تومورها و تسریع التیام جراحات و سوختگی‌ها می‌گردد (Efron و همکاران، ۱۹۹۸؛ Evoy و همکاران، ۱۹۹۸؛ Jahanian، ۲۰۰۹). مطالعات مشابهی نیز بر روی سایر حیوانات انجام شده است که با نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر هم‌سو می‌باشد. ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۲) اثرات مکمل ال-آرژنین بر رشد، تولید ماهیچه و ذخیره چربی در جوجه‌های گوشتی را بررسی نموده و به این نتیجه رسیدند که افزودن ۱/۶۸ درصد آرژنین قابل‌هضم براساس توصیه



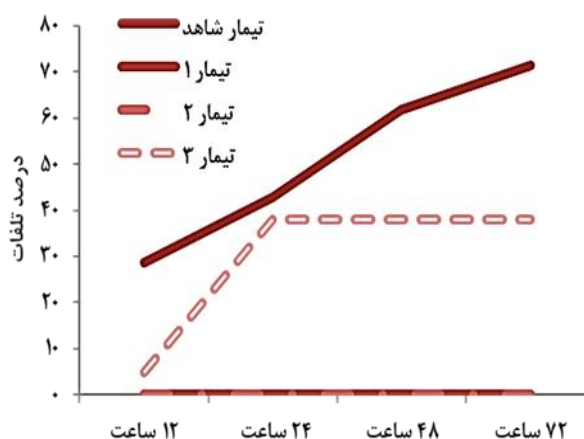
شکل ۵: نمودار درصد بازماندگی (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $p > 0.05$ )



شکل ۶: نمودار ضریب تبدیل غذایی (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های سطوح مختلف آرژنین

حروف انگلیسی یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد ( $p > 0.05$ )



شکل ۷: نمودار درصد تلفات تیمارهای مختلف در مواجهه با تنش شوری



نشان می‌دهد، هم‌سو می‌باشد. مطالعات مختلفی در رابطه با نیاز ماهی‌های مختلف به آرژنین و تأثیر آن بر رشد ماهی انجام شده است که نتایج حاصل از برخی مطالعات عدم اختلاف معنی‌دار و برخی دیگر اختلاف معنی‌دار در رشد ماهی را نشان می‌دهند (Tacon و همکاران، ۱۹۸۵؛ Kim و همکاران، ۱۹۹۲؛ Tibaldi و همکاران، ۲۰۱۵). همان‌طور که در مطالعه حاضر نیز برخی فاکتورهای رشد نظیر ضریب تبدیل غذایی، افزایش وزن بدن و درصد افزایش وزن بدن دارای اختلاف معنی‌دار بوده و برخی دیگر اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. در این تحقیق مقدار ۱/۵، ۲ و ۲/۵ درصد آرژنین برای تیمارهای مختلف در نظر گرفته شد تا تأثیر درصدهای مختلف بررسی شده و تعیین شود که کدام درصد بازدهی بیش‌تر و رشد بهتری دارد. در رابطه با ضریب تبدیل غذایی و فاکتور وضعیت، تیمار ۳ با ۲/۵ درصد آرژنین بهترین عملکرد را داشته است اما درصد بازماندگی تیمار ۱ با ۱/۵ درصد آرژنین از سایر تیمارها بیش‌تر بوده است. تیمار ۲ با ۲ درصد آرژنین دارای درصد افزایش وزن، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و فاکتور وضعیت مطلوب‌تری نسبت به تیمارهای دیگر می‌باشد، بنابراین به نظر می‌رسد که استفاده از ۲ درصد آرژنین به نسبت درصدهای کم‌تر یا بیش‌تر می‌تواند بازدهی بیش‌تری داشته باشد. در مطالعات متعدد دیگری نیز میزان نیاز ماهی‌های مختلف به آرژنین بررسی شده است، میزان نیاز ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به آرژنین در مطالعه Kaushik و همکاران (۲۰۱۲)، حدود ۱/۲٪، در مطالعه Kim و همکاران (۲۰۰۹)، ۷/۴-۱/۱٪، در آزمایشات Ketola (۲۰۱۱) ۲/۸٪ میزان غذای خشک تخمین زده شد. برای ماهی سالمون نقره‌ای و ماهی چینوک میزان نیاز به آرژنین حدود ۲/۳ تا ۲/۴٪ غذای خشک، تخمین زده شد (Klein و همکاران، ۲۰۰۹). مصرف بیش‌از حد آرژنین موجب کاهش رشد و مصرف غذا در ماهیان می‌شود. میزان آرژنین مورد نیاز در مطالعات مختلفی که در این زمینه انجام شده بین ۰/۵ تا ۴٪ برای تیلاپیا (Yue و همکاران، ۲۰۱۳؛ Neu و همکاران، ۲۰۱۶)، ماهی پوزه بلانت (Liang و همکاران، ۲۰۱۶)، جیان کپور (Chen و همکاران، ۲۰۱۵؛ Hu و همکاران، ۲۰۱۵)، ماهی پامپانو طلایی (Lin و همکاران، ۲۰۱۵)، گربه‌ماهی زرد (Zhou و همکاران، ۲۰۱۵)، گربه‌ماهی (Pohlenz و همکاران، ۲۰۱۲a؛ ۲۰۱۲b؛ ۲۰۱۲c؛ ۲۰۱۴) و گربه‌ماهی راه‌راه (Cheng و همکاران، ۲۰۱۲) گزارش شده است. در مطالعه حاضر اختلاف اکثر فاکتورهای رشد در تیمارهای مختلف از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد ( $p > 0.05$ ) اما به‌رحال هم‌راستا با مطالعات رستمخانی و همکاران (۱۳۹۰) که از ۲ درصد آرژنین در رژیم غذایی ماهی‌ها استفاده کرده بود و به نتایج مطلوب ولی غیرمعنی‌دار رسیده بود، نتایج فاکتورهای رشد تحقیق حاضر نیز مطلوب بوده و نشان‌دهنده تأثیر به‌سزای آرژنین در رشد و بازماندگی ماهی‌ها می‌باشد.

برنامه غذایی رأس، به جیره جوجه‌های گوشتی، بهبود وزن و ضریب تبدیل غذایی، افزایش تولید ماهیچه سینه‌ای، افزایش وزن نسبی قلب و ران، بهبود وزن نسبی و طول سه قسمت روده کوچک، افزایش محتوای چربی و پروتئین ماهیچه به‌همراه بهبود فراسنجه‌های خونی را در پی داشت، درحالی‌که چربی لاشه کاهش یافت. طبق مطالعات Brown و همکاران (۱۹۹۱a) تزریق اسید آمینه به ماهی منجر به رشد عضلانی آن می‌شود. آرژنین یکی از قوی‌ترین اسیدهای آمینه در زمینه افزایش سوخت‌وساز و رشد می‌باشد. حتی گزارش شده است که تأثیر آرژنین بر رشد از گلوکز نیز بیش‌تر می‌باشد (Ronner و همکاران، ۲۰۱۴). تحقیقات متعددی در زمینه تأثیر اسیدهای آمینه در رشد و سلامت و میزان سوخت‌وساز ماهی‌ها انجام شده است که نتایج حاصل از آن‌ها هم‌سو با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد (Kiron، ۲۰۱۲؛ Wu، ۲۰۱۴). با توجه به نتایج به‌دست آمده، استفاده از آرژنین در سطح ۲ درصد می‌تواند منجر به رشد بیش‌تری نسبت به جیره غذایی حاوی ۱/۵ و ۲/۵ درصد شود درحالی‌که در تحقیقی که Pereira و همکاران (۲۰۱۷) انجام دادند به این نتیجه رسیدند که استفاده از آرژنین به همراه اسید آمینه گلوتامین در سطح ۱٪ می‌تواند نسبت به سایر سطوح آرژنین و استفاده مجزای این دو اسید آمینه، تأثیر بیش‌تری بر رشد و تقویت سیستم ایمنی بدن ماهی تیلاپیای نیل بگذارد. در تحقیق حاضر، با وجود معنی‌دار بودن اختلاف ضریب تبدیل غذایی (FCR)، افزایش وزن بدن (BWG) و درصد افزایش وزن (BWG%)، تیمارهای تغذیه شده با آرژنین به نسبت تیمار شاهد ( $p < 0.05$ )، شاخص‌های رشد نظیر فاکتور وضعیت (CF)، شاخص رشد ویژه (SGR) و درصد بازماندگی (SR%) در این تیمارهای با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری ندارد ( $p > 0.05$ ). البته این فاکتورها بهبود یافته و به نسبت تیمار شاهد به مقادیر مطلوب‌تری رسیده‌اند، با این حال از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد ندارند ( $p > 0.05$ ). رستمخانی و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی تأثیر افزودن مکمل اسید آمینه ال-آرژنین در غذا بر شاخص کبدی (HSI) در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرداختند. طبق آزمایشات آن‌ها استفاده از مکمل اسید آمینه‌ای سبب رشد شاخص کبدی در ماهیان در زمان‌های مشخصی شد. هرچند در مجموع تفاوت مقدار شاخص کبدی در ماهیانی که از اسید آمینه ال-آرژنین مصرف کرده بودند با ماهیان شاهد از نظر آماری معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ). هم‌چنین مطالعات Tibaldi و همکاران (۲۰۱۵) بر روی سطوح مختلف آرژنین و لیزین در رژیم غذایی ماهی سی‌باس نشان می‌دهد که این گونه ماهی مانند بسیاری از ماهیان گرمابی به تغییرات سطوح مختلف آرژنین حساس نبوده و تغییر درصدهای مختلف آرژنین در رشد این گونه ماهیان تأثیر معنی‌داری ندارد ( $p > 0.05$ ) که با نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر که معنی‌دار نبودن برخی از فاکتورهای رشد را





۲. پورعلی‌فشتمی، ح.ر؛ بهمنی، م؛ شکوریان، م؛ حسنی، س.ح. و یارمحمدی، م، ۱۳۹۳. مطالعه اثر اسیدآمینه آلانین بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بازماندگی بچه‌تاس‌ماهیان ایرانی انگشت قد. نشریه توسعه آبی‌پروری. سال ۸، شماره ۱، صفحات ۵۶ تا ۷۰.
۳. جهانیان، ر، ۱۳۸۹. تاثیر سطوح مختلف آرژنین جیره بر زیرمجموعه‌های مختلف پروتئین‌های سرم خون و پاسخ‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی. چهارمین کنگره علوم دامی ایران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۷۹ صفحه.
۴. رستمخانی، ن؛ زارع، ص. و ملک‌زاده‌ویایه، ر، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر افزودن مکمل اسیدآمینه‌ای ال-آرژنین در غذا بر شاخص رشد کبدی HSI در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه. ۱۵۷ صفحه.
۵. رستمخانی، ن. و ملک‌زاده‌ویایه، ر. ۱۳۹۳. اثر مکمل یاری با آرژنین و اورنتین بر شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان. مجله غد درون ریز و متابولیسم ایران. دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. دوره ۱۶، شماره ۴، صفحات ۲۹۰ تا ۳۰۲.
۶. **Bekan, S.; Dogankaya, L. and Cakirogullari, G.C., 2006.** Growth and body composition of European catfish fed diet containing different Percentages of Protein. The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgheh. Vol. 57, pp: 137-142.
۷. **Bogdan, C., 2015.** Nitric oxide synthase in innate and adaptive immunity: an update. Trends Immunology. Vol. 36, pp: 161-178.
۸. **Brown, C.R. and Cameron, J.N., 1991a.** The relationship between specific dynamic action ŽSDA. and Protein synthesis rates in the channel catfish. Physiol. Zool. Vol. 64, pp: 298-309.
۹. **Buentello, J.A. and Gatlin, D.M., 1999.** Nitric oxide Production in activated macrophages from channel catfish (*Ictalurus Punctatus*): influence of dietary arginine and culture media. Aquaculture. Vol. 179, pp: 513-521.
۱۰. **Chen, G.; Liu, Y.; Jiang, J.; Jiang, W.; Kuang, S.; Tang, L.; Tang, W.; Zhang, Y.A.; Zhou, X. and Feng, L., 2015.** Effect of dietary arginine on the immune response and gene expression in head kidney and spleen following infection of Jian carp with *Aeromonas hydrophila*. Fish and Shellfish Immunology. 44:195-202.
۱۱. **Cheng, Z.; Gatlin, D.M. and Buentello, A., 2012.** Dietary supplementation of arginine and/or glutamine influences growth Performance, immune responses and intestinal morphology of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*). Aquaculture. Vol. 362, pp:39-43.
۱۲. **Cowey, C.B. and Luquet, P., 1983.** Physiological basis of Protein requirements of fishes. Critical analysis of allowances. In: Proceedings, IV Int. Symp. Protein Metabolism and Nutrition, Clermont- Ferrand, France. INRA Publ., Les Colloques de l'INRA. Vol. 16, pp: 365-384.
۱۳. **Efron, D.T. and Barbu, A., 1998.** Modulation of inflammation and immunity by arginine supplements. Curr. OPin. Clin. Nutr. Metab. Care. Vol. 1, pp: 531-538.
۱۴. **Evoy, D.M.D.; Lieberman, T.J.; Fashey, J. and Daly, M., 1998.** Immunonutrition: The role of arginine. Nutrition. Vol. 14, pp: 611-617.
۱۵. **Halver, J.H.E., 1989.** Fish Nutrition. Edition; Academic Press, London. 798 p.
۱۶. **Hu, K.; Zhang, J.X.; Feng, L.; Jiang, W.D.; Wu, P.; Liu,**
- رستمخانی و ملک‌زاده‌ویایه (۱۳۹۳) اثر مکمل یاری با آرژنین و اورنتین بر شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بررسی نمودند. نتایج این محققین نشان دهنده تاثیر مثبت استفاده از مکمل‌های اسیدآمینه‌ای، به‌خصوص افزودن توام دو اسیدآمینه ال-آرژنین و ال-اورنتین در غذا بر تحریک فرآیند رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان بودند (رستمخانی و ملک‌زاده‌ویایه، ۱۳۹۳). همان‌طور که در بخش مواد و روش ذکر گردید ۴ تانک با شوری ۱۵ ppt که نماینده تیمارهای شاهد، ۱، ۲ و ۳ هستند، به مدت ۷۲ ساعت تحت تنش شوری واقع شدند. در شروع تنش در هر تانک ۲۱ ماهی قرار داشت. در ۱۲ ساعت اولیه بعد از شروع تنش، ۶ عدد ماهی در تیمار شاهد و ۱ عدد در تیمار سه تلفات وجود داشت. بعد از ۲۴ ساعت، ۳ عدد در تیمار شاهد و ۷ عدد ماهی در تیمار سه و بعد از ۴۸ ساعت، ۴ عدد ماهی در تیمار شاهد تلفات ایجاد شد. در بازدید نهایی و در ۷۲ ساعت بعد از شروع تنش شوری، ۲ عدد در تیمار شاهد تلفات وجود داشت. با توجه به نتایج تنش شوری در تحقیق حاضر، می‌توان به این نتیجه رسید که مصرف اسیدآمینه آرژنین می‌تواند به‌صورت چشمگیری موجب افزایش بازماندگی و تحمل تنش در کپورماهیان شود به‌طوری‌که در این تست بعد از ۷۲ ساعت از شروع تنش شوری، ماهیان تیمارهای ۱ و ۲ هیچ‌گونه تلفاتی نداشته و تمام ماهیان زنده ماندند. تعداد تلفات در تیمار ۳ نیز نصف تلفات در تیمار شاهد بوده است. بنابراین آرژنین می‌تواند به‌عنوان یک مکمل قوی جهت افزایش طول عمر ماهیان و استقامت آن‌ها در برابر تنش در جیره غذایی آن‌ها استفاده شود. با توجه به نتایج تنش شوری می‌توان به این نتیجه رسید که مصرف اسیدآمینه آرژنین می‌تواند به‌صورت چشمگیری موجب افزایش بازماندگی و تحمل تنش در کپور ماهیان شود به‌طوری‌که در این تست بعد از ۷۲ ساعت از شروع تنش شوری، ماهیان تیمارهای ۱ و ۲ هیچ‌گونه تلفاتی نداشته و تمام ماهیان زنده ماندند. تعداد تلفات در تیمار ۳ نیز نصف تلفات در تیمار شاهد بوده است. بنابراین آرژنین می‌تواند به‌عنوان یک مکمل قوی جهت افزایش طول عمر ماهیان و استقامت آن‌ها در برابر تنش در جیره غذایی آن‌ها استفاده شود.

## منابع

۱. ابراهیمی، م؛ زارع‌شحنه، ا؛ شیوازاد، م؛ انصاری‌پیرسرائی، ز؛ تیبانیان، م؛ ادیب‌مرادی، م. و نوری‌جلیانی، ک، ۱۳۹۲. اثرات مکمل ال-آرژنین بر رشد، تولید ماهیچه و ذخیره چربی در جوجه‌های گوشتی. نشریه پژوهش‌های علوم دامی ایران. جلد ۵، شماره ۴، صفحات ۲۸۱ تا ۲۹۰.



۳۲. Pohlenz, C.; Buentello, A.; Bakke, A.M. and Gatlin, D.M., 2012a. Free dietary glutamine improves intestinal morphology and increases enterocyte migration rates, but has limited effects on Plasma amino acid Profile and growth Performance of channel catfish *Ictalurus Punctatus*. *Aquaculture*. Vol. 370, pp: 32-39.
۳۳. Pohlenz, C.; Buentello, A.; Criscitiello, M.F.; Mwangi, W.; Smith, R. and Gatlin, D.M., 2012b. Synergies between vaccination and dietary arginine and glutamine supplementation improve the immune response of channel catfish against *Edwardsiella ictaluri*. *Fish and Shellfish Immunology*. Vol. 33, pp: 543-551.
۳۴. Pohlenz, C.; Buentello, A.; Mwangi, W. and Gatlin, D.M., 2012c. Arginine and glutamine supplementation to culture media improves the Performance of various channel catfish immune cells. *Fish and Shellfish Immunology*. Vol. 32, pp: 762-768.
۳۵. Ronner, P. and Scarpa, A., 2014. Isolated Perfused Brockmann body as a model for studying pancreatic endocrine secretion. *Am. J. Physiol*. Vol. 243, pp: 352-359.
۳۶. Shi-Wei, X.; Li-Xia, T.; Yan, J.; Hui-Jun, Y.; Gui-Ying, L. and Yong-Jian, L., 2014. Effect of glycine supplementation on growth Performance, body composition and salinity stress of juvenile Pacific white shrimp, fed low fishmeal diet. *Aquaculture*. Vol. 418, pp: 159-164.
۳۷. Sung, Y.; Hotchkiss J.H.; Austic, R.E. and Dieter R.R., 1991. L-arginine-dependent Production of a reactive nitrogen intermediate by macrophages of a uricotelic species. *J. Leukocyte Biol*. Vol. 50, pp: 49-56.
۳۸. Tacon, A.G.J. and Cowey, C.B., 1985. Protein and amino acid requirements. *Fish Energetics: New Perspectives*. Croom Helm, London, pp: 155-183.
۳۹. Tibaldi, E.; Tulli, F.D. and Lam, I., 2015. Arginine requirement and effect of different dietary arginine and lysine levels for fingerling sea bass. *Aquaculture*. Vol. 127, pp: 207-218.
۴۰. Trushenski, J.T.; Kasper, C.S. and Kohler, C.C., 2006. Challenges and opportunities in finfish nutrition. *North American Journal of Aquaculture*. Vol. 68, pp: 122-140.
۴۱. Wu, G.; Bazer, F.W.; Dai, Z.; Li, D. and Wu, Z., 2014. Amino acid nutrition in animals: Protein synthesis and beyond. *Annu. Rev. Anim. Biosci*. Vol. 2, pp: 387-417.
۴۲. Yue, Y.; Zou, Z.; Zhu, J.; Li, D.; Xiao, W.; Han, J. and Yang, H., 2013. Effects of dietary arginine on growth Performance, feed utilization, haematological Parameters and non-specific immune responses of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). *Aquaculture Resarch*. Vol. 2, pp: 15-27.
۴۳. Zhou, F.; Shao, Q.; Xiao, J.; Peng, X.; Ngandzali, B.; Sun, Zh. and Ng, W., 2011. Effects of dietary arginine and lysine levels on growth performance, nutrient utilization and tissue biochemical profile of black sea bream, *Acanthopagrus schlegelii*, fingerlings. *Aquaculture*. Vol. 319, pp: 72-80.
۴۴. Zhou, Q.; Jin, M.; Elmada, Z.C.; Liang, X. and Mai, K., 2015. Growth, immune response and resistance to *Aeromonas hydrophila* of juvenile yellow catfish, *Pelteobagrus fulvidraco*, fed diets with different arginine levels. *Aquaculture*. Vol. 437, pp: 84-91.
۱۷. Jahanian, R., 2009. Immunological responses as affected by dietary Protein and arginine concentrations in starting broiler chicks. *Poult. Sci*. Vol. 88, pp: 1818-1824.
۱۸. Kaushik, S.J.; Fauconneau, B.; Terrier, L. and Gras, J., 2012. Arginine requirement and status assessed by different biochemical indices in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R). *Aquaculture*. Vol. 70, pp: 75-95.
۱۹. Ketola, H.G., 2011. Requirement for dietary lysine and arginine by fry of rainbow trout, *Journal of Animal Science*. Vol. 56, pp: 101-107.
۲۰. Kim, K.I.; Kayes, T.B. and Amundsen, C.H., 2009. Protein and arginine requirement of rainbow trout. *Fed. Proc*. Vol. 42, pp: 2158-2169.
۲۱. Kim, K.I.; Kayes, T.B. and Amundson, C.H., 1992. Requirements for lysine and arginine by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. Vol. 106, pp: 333-344.
۲۲. Kiron, V., 2012. Fish immune system and its nutritional modulation for Preventive health care. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 173, pp: 111-133.
۲۳. Klein, R.G. and Halver, J.E., 2009. Nutrition of salmonid fishes: arginine and histidine requirement of Chinook salmon. *J. Nurr*. Vol. 100, pp: 1105-110.
۲۴. Li, M.H. and Robinson, E.H., 2016. Effects of supplemental lysine and methionine in low Protein diets on weight gain and body composition of young channel catfish *Ictalurus Punctatus*. *Aquaculture*. Vol. 163, pp: 297-307.
۲۵. Li, P.; Mai, K.; Trushenski, J. and Wu, G., 2009. Newdevelopments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Journal of Amino Acids*. Vol. 37, pp: 43-53.
۲۶. Liang, H.; Ren, M.; Habte-Tsion, H.M.; Ge, X.; Xie, J.; Mi, H.; Xi, B.; Miao, L.; Liu, B.; Zhou, Q. and Fang, W., 2016. Dietary arginine affects growth Performance, Plasma amino acid contents and gene expressions of the TOR signaling Pathway in juvenile blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala*. *Aquaculture*. Vol. 461, pp: 1-8.
۲۷. Lin, H.; Tan, X.; Zhou, C.; Niu, J.; Xia, D.; Huang, Z.; Wang, J. and Wang, Y., 2015. Effect of dietary arginine levels on the growth Performance, feed utilization, non-specific immune response and disease resistance of juvenile golden Pompano *Trachinotus ovatus*. *Aquaculture*. Vol. 437, pp: 382-389.
۲۸. Moore, B.J.; Hung, S.S.O. and Medrano, J.F., 2008. Protein requirement of Hatchery-Produced Juvenile White Sturge on (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*. Vol. 71, pp: 235-245.
۲۹. Neu, D.; Boscolo, W.; Zaminhan, M.; Almeida, F.; Sary, C. and Furuya, W., 2016. Growth Performance, biochemical responses, and skeletal muscle development of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, Fed with Increasing Levels of Arginine. *J. World Aquacult. Soc*. Vol. 47, pp: 248-259.
۳۰. Pereira, R.T.; Rosa, P.V. and Gatlin D.M., 2017. Glutamine and arginine in diets for Nile tilapia: Effects on growth, innate immune responses, Plasma amino acid Profiles and Whole- body composition. *Aquaculture*. Vol. 473, pp: 135-144.
۳۱. Pohlenz, C. and Gatlin, D.M., 2014. Interrelationships between fish nutrition and health. *Aquaculture*. Vol. 431, pp: 111-117.

